

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-548931

(43)Date of publication of application : 04.12.1998

(51)Int.Cl.

G01N 21/85  
// H01B 13/14

(21)Application number : 09-131922

(71)Applicant : SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE  
CO LTD

(22)Date of filing : 22.05.1997

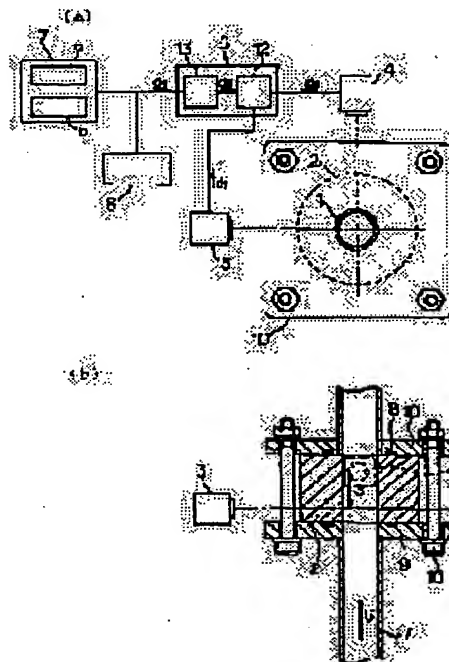
(72)Inventor : KUWAKI AKINORI  
SHINAGAWA JUNICHI

## (54) DEVICE FOR DETECTING FOREIGN OBJECT IN TRANSPARENT FLUID

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To save space and accurately check to see if a foreign object exists or not and measure its size.

**SOLUTION:** A device has a transparent ring 2 that is connected to the tip of an extruder and passes a transparent polyethylene resin being pushed out of the extruder, line sensor cameras 3 and 4 for picking up the image of the polyethylene resin that passes through the transparent ring 2 and converting it to video signals d1 and d2, and an image-processing part 5 for detecting a foreign object being mixed into the polyethylene resin based on the video signals d1 and d2 that are outputted from the line sensor cameras 3 and 4. In this case, the line sensor cameras 3 and 4 are provided so that the alignment direction of a plurality of image pick-up elements that are aligned in a line orthogonally crosses the flow direction of a polyethylene resin and are arranged in the flow direction of the polyethylene resin while being separated. Also, the line sensor cameras 3 and 4 are arranged so that the directions for picking up image orthogonally cross.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-318931

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 1 N 21/85

G 0 1 N 21/85

B

// H 0 1 B 13/14

H 0 1 B 13/14

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-131922

(22) 出願日 平成9年(1997)5月22日

(71) 出願人 000002255

昭和電線電纜株式会社

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

(72) 発明者 桑木 亮仙

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

(72) 発明者 品川 潤一

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

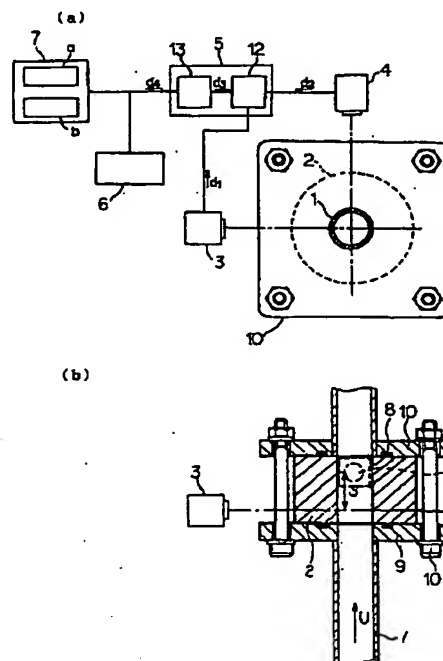
(74) 代理人 弁理士 守谷 一雄

(54) 【発明の名称】 透明流体中の異物検出装置

(57) 【要約】

【課題】省スペース化させ、而も異物の有無と、その大きさを正確に測定することができるようにする。

【解決手段】押出機の先端に接続され当該押出機から押出される透明のポリエチレン樹脂を通過させる透明リング2と、透明リング2中を通過するポリエチレン樹脂を撮像してビデオ信号 $d_1$ 、 $d_2$ に変換するラインセンサカメラ3、4と、各ラインセンサカメラ3、4から出力されるビデオ信号 $d_1$ 、 $d_2$ に基づきポリエチレン樹脂に混入した異物を検出する画像処理部5とを備え、各ラインセンサカメラ3、4は1列に複数並んだ撮像素子の並び方向がポリエチレン樹脂の流れ方向に対して直交した状態になるように設けられ且つ隔壁した状態でポリエチレン樹脂の流れ方向に配置されている。また、ラインセンサカメラ3、4は撮像方向が交差するように配置されている。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明流体を通過させる透明流路と、前記透明流路中を通過する前記透明流体を撮像してビデオ信号に変換するラインセンサカメラと、前記ラインセンサカメラから出力される前記ビデオ信号に基づき前記透明流体に混在している異物を検出する画像処理部とを備え、前記ラインセンサカメラは1列に複数並んだ撮像素子の並び方向が前記透明流体の流れ方向に対して直交した状態になるように設けられ且つ隔壁した状態で前記透明流体の流れ方向に複数配置されたことを特徴とする透明流体中の異物検出装置。

【請求項2】前記複数のラインセンサカメラは撮像方向が交差するように配置されたことを特徴とする請求項1記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項3】前記画像処理部は前記複数のラインセンサカメラから出力される前記各ビデオ信号に基づき前記透明流体中に混在している前記異物の有無および流れ方向の大きさを示す異物データを求める画像処理回路と、前記画像処理回路からの前記異物データから求められる同一の前記異物の検出時間差から当該異物の速度データを求め、当該速度データに基づき前記異物の流れ方向の大きさを示す前記異物データを補正する補正回路とを備えたことを特徴とする請求項1または2記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項4】前記画像処理部の前記補正回路は前記画像処理回路からの前記異物データから求められる前記同一の異物の検出時間差から前記異物の速度データを求めて補正係数を算定し、前記補正係数に基づき前記異物の流れ方向の大きさを示す前記異物データを補正することを特徴とする請求項3記載の透明流体中の異物検出装置。

【請求項5】前記画像処理部の前記補正回路は上流側の前記ラインセンサカメラで撮像された前記異物の画像の位置と、下流側の前記ラインセンサカメラで撮像された前記異物の画像の位置とを比較し、それらの位置の差および前記異物の検出時間差の関係から前記異物の流速を求めることを特徴とする請求項4記載の透明流体中の異物検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は透明流体中の異物検出装置に係り、特に透明流体中に混在している異物の有無や大きさを測定する透明流体中の異物検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、高電圧の電力ケーブルとしては、ケーブル絶縁層に架橋ポリエチレンを用いたCVケーブルが多用されている。このCVケーブルは通常、架橋剤を添加したポリエチレンを押出機からケーブル導体上の内部半導電層の外周に押出し被覆し、さらにその外周に外部半導電層を押出し被覆した後、架橋管内で加圧状態

で加熱し、架橋剤を反応させてポリエチレンを架橋させる工程を経て製造される。

【0003】一般に、CVケーブルを使用して長距離の電力ケーブル線路を構築する場合には、CVケーブルを短スパン毎にケーブルルートに沿って敷設した後、その前後端を順次接続し、線路の終端に終端接続部を設置する。このCVケーブルの接続方法としては、種々の方法が開発されているが、中でも、EMJ（押出モールドジョイント）法やBMJ（ブロックモールドジョイント）法が、絶縁性能および信頼性の点から、広く採用される傾向にある。EMJ法は、ケーブル絶縁層や内外の半導電層をベンシリングし、露出したケーブル導体間を導体スリーブで接続した電力ケーブルの導体接続部の周囲にモールド型を組立て、架橋剤を添加したポリエチレンを押出機からモールド型内に導入し、加熱・加圧してポリエチレンを成形すると共に架橋させるものである。また、BMJ法は、予め半円筒状に成形した架橋剤入りのポリエチレンブロックを上記電力ケーブルの導体接続部の周囲に円筒状に組立て、あるいは予め円筒状に成形した架橋剤入りのポリエチレンブロックを上記電力ケーブルの導体接続部に挿入し、その外周にモールド型を配置し、加熱・加圧してポリエチレンを成形一体化させると共に架橋させるものである。

【0004】上述の電力ケーブルのケーブル絶縁層やそのモールドジョイント部は、高い電界のもとで使用されるものであるから、それらの中に金属粉やゴミ、あるいはヤケ（樹脂材料の熱劣化物）などの異物が混在していると、それらが起点となって絶縁破壊を引き起こす虞がある。また、電力ケーブルを長期間に亘って使用する間に、異物の周囲に水トリーなどが発生し、絶縁性能を次第に低下させる虞がある。したがって、電力ケーブルのケーブル絶縁層やモールドジョイント部に使用される絶縁材料は、押出機に供給される前に、異物が混在していないか十分な検査を受けると共に、押出し工程やモールド工程においても、過度の加熱や滞留によって樹脂が異物化して絶縁性能が低下することのないように、細心の注意が払われる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような電力ケーブルの絶縁材料として使用される樹脂材料中の異物の検査方法としては種々の方法が開発され、実用化されているが、いずれも一長一短がある。例えば、押出機に供給される前の樹脂ペレットを抜取って、異物の有無や程度（大きさや個数）を目視検査したり、あるいは押出機から押出した樹脂材料をフィルム状に成形し、これにレーザービームを照射してその透過像から異物の有無や程度を判定する方法が知られているが、これらの方法はいずれも全量検査でないため、その信頼性に懸念がある。

【0006】また、押出機の先端の樹脂通路に透明な窓を設け、そこからレーザービームを照射して走査させ、そ

10

20

30

40

50

の透過光の強度の変化から異物の有無や程度を判定することができる高電圧絶縁体押出成形用異物検出方法および装置（特開平7-325037号公報）、プラスチック押出機の異物検査装置（特開平8-323841号公報）が知られている。しかしながら、このような検出方法や検出装置では、レーザ光源および受光器から成る異物検出ユニットが使用されていることからユニット自体がかなり大きくなるので、ある程度の大きさの取付スペースを確保しなければならない。

【0007】また、押出機先端の樹脂通路に透明な窓を設け、そこから画像カメラによって溶融樹脂中の異物を検出する押出機ヘッドにおける樹脂中異物検出方法および装置（特開平7-325037号公報）が知られている。このような検出方法を適用する検出装置においては、一般的にCCD画素等の検出素子が2次元平面に並べられている画像カメラが使用されるので、内径20mmの透明流路を流れる透明液体中の異物を50μmの大きさまでは検出することができる。しかしながら、ケーブル絶縁体押出時に使用される透明流路の内径は50mmになるので、上述の画像カメラを用いると検出限界が、

【0008】

【数1】

$$\frac{50\text{mm}}{20\text{mm}} \times 50\mu\text{m} = 125\mu\text{m} \cdots (1)$$

【0009】になる。したがって、検出限界の要求レベルである50μmをクリアできなくなる難点があった。本発明はこのような従来の難点を解決するためになされたもので、省スペース化させることができ、而も異物の有無と、その大きさを正確に測定することができる透明流体中の異物検出装置を提供することを目的とする。

【0010】

【発明を解決するための手段】このような目的を達成する本発明の透明流体中の異物検出装置は、透明流体を通過させる透明流路と、透明流路中を通過する透明流体を撮像してビデオ信号に変換するラインセンサカメラと、ラインセンサカメラから出力されるビデオ信号に基づき透明流体に混在している異物を検出する画像処理部とを備え、ラインセンサカメラは1列に複数並んだ撮像素子の並び方向が透明流体の流れ方向に対して直交した状態になるように設けられ且つ隔壁した状態で透明流体の流れ方向に複数配置されたものである。

【0011】また、本発明の透明流体中の異物検出装置において複数のラインセンサカメラは、撮像方向が交差するように配置されることが好ましい。また、本発明の透明流体中の異物検出装置において画像処理部は、複数のラインセンサカメラから出力される各ビデオ信号に基づき透明流体中に混在している異物の有無および流れ方向の大きさを示す異物データを求める画像処理回路と、画像処理回路からの異物データから求められる同一の異

物の検出時間差から当該異物の速度データを求め、当該速度データに基づき異物の流れ方向の大きさを示す異物データを補正する補正回路とを備えたものが好ましい。

【0012】さらに、本発明の透明流体中の異物検出装置において画像処理部の補正回路は、画像処理回路からの異物データから求められる同一の異物の検出時間差から異物の速度データを求めて補正係数を算定し、補正係数に基づき異物の流れ方向の大きさを示す異物データを補正するものが好ましい。また、本発明の透明流体中の異物検出装置において画像処理部の補正回路は、上流側のラインセンサカメラで撮像された異物の画像の位置と、下流側のラインセンサカメラで撮像された異物の画像の位置とを比較し、それらの位置の差および異物の検出時間差の関係から異物の流速を求めるものが好ましい。

【0013】これにより、例えば1列が4000~5000画素のラインセンサカメラを使用できるので、透明流体の流れ方向に対して直交した方向の検出精度を向上させることができる。このような透明流体中の異物検出装置は、電力ケーブルのケーブル絶縁層やそのモールドジョイント部に供給されるポリエチレン材料中の異物検出に利用することができる。ポリエチレン樹脂は、常温では乳白色の半透明であり、光の透過性は十分ではないが、押出機で混練する際に加熱されて溶融すると透明になり、溶融樹脂中に異物が混在している場合には、外部から容易に透視することができる。したがって、押出機とクロスヘッドの間、あるいは押出機とモールド型の間を連結する管路の途中に透明なガラスや樹脂材料から成る透明流路を介挿しておき、その外側からラインセンサカメラで撮像してビデオ信号に変換して、それを信号処理することにより、流路内を通過したポリエチレン樹脂中の異物の有無および大きさを検出することができる。

【0014】ラインセンサカメラによって異物をビデオ信号としてとらえる場合、異物はポリエチレン樹脂の流れの方向に移動するので、異物の大きさは流れ方向に対して実際よりも異なった大きさの映像信号として出力される。また、透明流路内を流れるポリエチレン樹脂中の流速の分布は一様ではなく、流路の中心で大きく、流壁の近くでは小さい。例えば、透明流路の内径が円筒形で、そこを流れる流体がニュートンの粘性法則に従う場合には、その流速分布は次式に示すようになり、これを図示すれば図4(a)のようになる。

$$【0015】U_r = K(R^2 - r^2) \quad (2)$$

但し、 $U_r$  :  $r$  位置における流速

$K$  : 定数

$R$  : 流路の半径

$r$  : 流路の半径位置

ポリエチレン樹脂は、上述の式(2)に完全に従うニュートン流体ではないが、押出し時の平均流速が所定の範囲内の場合にはそれに近い挙動を示す。また、それより

も流速が低い場合には、寧ろ図4(b)の $V_r$ のように、ビンガム流体に近い流速分布を示す。

【0016】したがって、本発明の透明流体中の異物検出装置においては、透明流体の流れ方向に異なる複数の位置でラインセンサカメラにより撮像してビデオ信号に変換し、これらの映像信号に基づき透明流体中における異物の有無および大きさを示す情報を求めると共に、複数のラインセンサカメラで検出された同一の異物の検出時間差からその異物の速度情報を求め、この速度情報に基づき異物の流れ方向の大きさを示す情報を補正するようにしている。具体的には、透明流体中の異物の流速 $V$ を求める方法として、流路内を流れる透明流体を、その流れと交差する方向から上流側ラインセンサカメラおよび下流側ラインセンサカメラで撮像し、上流側ラインセンサカメラで撮像された異物の画像の位置と、下流側ラインセンサカメラで撮像された異物の画像の位置とを比較し、それらの位置の差から異物の流速を求めることができる。

【0017】また、複数のラインセンサカメラを透明流体の流れ方向の異なった位置から、且つ透明流体の流れと交差する異なる複数の方向から同時に透明流体を撮像するようにすれば、異物の有無および速度情報を求めることができるだけでなく、異物が重なって通過する場合でも、それらの重なりを識別できるので、異物の個数や大きさを正確に求めることができる。

【0018】なお、ラインセンサカメラで撮像するための透明流路は、管路の途中に透明リングを介挿することにより構成することができる。この場合、透明リングは横断面を四角形としておくこともできるが、中を流れる流体の流れを乱したり、滞留を生じさせることがないよう、管路と同じ内径の円筒状としておくことが好ましい。また、透明リングは、例えば透明流体が溶融ポリエチレンの場合には、その屈折率1.44に近い屈折率を持つバイレックスガラス（屈折率1.47）で構成することが望ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の透明流体中の異物検出装置の実施の一形態について、図面を参照して説明する。なお、本実施の一形態においては、CVケーブルの絶縁層をEMJ法により接続する際のモールド型に供給されるポリエチレン樹脂中の異物検出に適用させるものとする。

【0020】本発明の透明流体中の異物検出装置の実施の一形態は図1(a)、(b)に示すように、押出機からモールド型へ至る樹脂供給用の管路1の途中に介挿される透明流路である透明リング2と、透明リング2中を通過する透明流体であるポリエチレン樹脂を撮像する2つのラインセンサカメラ3、4と、2つのラインセンサカメラ3、4から出力される各ビデオ信号 $d_1$ 、 $d_2$ に基づきポリエチレン樹脂中に混在している異物を検出する画

像処理部5とを備えている。また、画像処理部5には出力装置6およびモニター7が接続されている。

【0021】透明リング2は、バイレックスガラスなどから成り、管路1と同じ内径約50mmの円筒状で、その上下両端はOリング8を介して管路側のフランジ9、10間に対面している。また、フランジ9とフランジ10とは、それらの周囲4ヵ所に設けられた透孔に挿通されるボルトナット11により締付けられ、透明リング2との間をシールしている。

10 【0022】2つのラインセンサカメラ3、4はCCDなどの固定撮像素子が使用され、この固定撮像素子が一列に並べられ配設されている。このような2つのラインセンサカメラ3、4は、例えば1列に複数並んだ固定撮像素子の並び方向が透明リング2内を流れるポリエチレン樹脂の流れ方向 $U$ に対して直交した状態になるように設けられ、且つ隔置した状態でポリエチレン樹脂の流れ方向 $U$ に配置されている。具体的には、上流側のラインセンサカメラ3と下流側のラインセンサカメラ4との撮像位置を、例えば透明リング2の軸線方向に $S$ mmずらす。

20 【0023】さらに、2つのラインセンサカメラ3、4は、撮像方向が交差するように配置されている。なお、2つのラインセンサカメラ3、4の撮像方向の交差角度は、複数の異物を正確に検出させるために直交させることが好ましい。これにより、異物が重なって通過する場合でも、それらの重なりを識別できるので、異物の個数や大きさを画像処理部5で正確に求めることができる。

30 【0024】画像処理部5は、2つのラインセンサカメラ3、4から出力される各ビデオ信号 $d_1$ 、 $d_2$ に基づきポリエチレン樹脂中に混在している異物の有無および流れ方向の大きさを示す異物データ $d$ を求める画像処理回路12と、画像処理回路12からの異物データ $d$ から求められる同一の異物の検出時間差から当該異物の速度データ（図示せず）を求め、当該速度データに基づき異物データ $d$ を補正する補正回路13とを備えている。

40 【0025】画像処理回路12は、各ビデオ信号 $d_1$ 、 $d_2$ の時系列データを記憶回路（図示せず）に保存し、所定の時系列データが集積される度に画像処理して出力装置6およびモニター7に出力する。これにより、モニター7の画面a上には上流側のラインセンサカメラ3、画面b上には下流側のラインセンサカメラ4によってそれぞれ検出された異物の拡大像が、ゆっくりと移動する像として写し出される。

50 【0026】補正回路13は、画像処理回路12からの異物データ $d$ から求められた異物の速度データから補正係数を算定し、この補正係数に基づき異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d$ を補正して異物補正データ $d$ を求める。また、補正回路13は、上流側のラインセンサカメラ3で撮像された異物の画像位置と、下流

側のラインセンサカメラ4で撮像された異物の画像位置とを比較し、それらの位置の差および異物の検出時間差の関係から異物の流速を求める。これは、上流側のラインセンサカメラ3と下流側のラインセンサカメラ4との撮像位置を、透明リング2の軸線方向にS mm程度ずらしているため、2つのラインセンサカメラ3、4において同一の異物を検出した際に生ずるビデオ信号 $d_1$ 、 $d_2$ に、その異物の流速に関する情報が含まれるからである。

【0027】補正の方法としては、次の方法を採用することができる。

(1) 異物が平均流速 $V_0$ で通過した時、画像処理回路12から出力される異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ が、異物の真の大きさを示す異物補正データ $d_2$ となるように設定し、この時の補正係数をCを1とする。

(2) 異物の通過速度が平均流速 $V_0$ よりも大きい時、画像処理回路12から出力される異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ は、異物の真の大きさよりも小さく出力されるため、補正回路13において、異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ に補正係数 $C_1$  ( $>1$ )を乗算する補正を行う。この補正係数 $C_1$ は異物の通過速度が大きくなるにつれて、大きな値となる。

(3) 異物の通過速度が平均流速 $V_0$ よりも小さい時、画像処理回路12から出力される異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ は、異物の真の大きさよりも大きく出力されるため、補正回路13において、異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ に補正係数 $C_2$  ( $<1$ )を乗算する補正を行う。この補正係数 $C_2$ は異物の通過速度が小さくなるにつれて、小さな値となる。

(4) 補正係数 $C_1$ 、 $C_2$ は、予め求めて画像処理部5内の記憶媒体に格納され、異物の速度情報に基づき適宜選択される。

【0028】例えば、レーザビームが60 MHz (= 16.7 nsec / scan) で走査している場合、スキャンデータが異物を検出していることを示す"0"の数が縦方向に400000個連続して並んだときには、 $16.7 \text{ nsec} / \text{scan} \times 400000 = 6.68 \text{ msec}$

となり、平均流速7 mm / secを基準に考えると、流れ方向の見掛けの大きさは、

$$6.68 \text{ msec} \times 7 \text{ mm} / \text{sec} = 47 \mu\text{m}$$

となるが、その異物の実測した流速 $V$ が10 mm / secであったとすると、その異物の流れ方向の真の大きさ $L$ は、

$$47 \mu\text{m} \times 10 \text{ mm} / 7 \text{ mm} = 67 \mu\text{m}$$

となる。したがって、この場合の補正係数 $C_1$ は10 / 7ということになる。

【0029】また、異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ を補正する場合には、上述した補正係数の乗

算ではなく、異物の流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ に異物の通過速度によって定まる補正量を加減算するようにしてもよい。このように構成された透明流体中の異物検出装置の動作について説明する。EMJ法によりCVケーブルを接続する際にモールド型に供給されるポリエチレン樹脂中の異物の検出を行う場合には、ケーブル絶縁層や内外の半導電層をベンシリングし、露出したケーブル導体間を導体スリーブで接続した一対の電力ケーブル (図示せず) は、導体接続部の周囲にモールド型 (図示せず) が組立てられる。モールドに使用されるポリエチレン樹脂は押出機 (図示せず) において、架橋剤と共に混練され、加熱溶解して透明流体となり、樹脂供給用の管路1を通してモールド型内へ供給される。この透明流体となったポリエチレン樹脂が管路1に介挿された透明リング2内を通過する際、2つのラインセンサカメラ3、4によって撮像され、異物が混在しているか否かが検査される。

【0030】即ち、図2に示すように透明リング2内のポリエチレン樹脂がZ-Z'方向に下から上に流れており、例えば上流側のラインセンサカメラ3の走査をY-Y'方向に行っている場合に、異物Aが混在しているポリエチレン樹脂が通過していく場合を想定すると、異物Aが走査線の高さHにない場合には異物データ $d_1$ は出力されないが (図2 (a)、(c))、異物Aが走査線の高さHにある場合には異物データ $d_1$ が出力されることになる (図2 (b))。したがって、異物Aの流れ方向の大きさは、流れがなければ真の大きさを求めることができる。これは、円形流路内を流れるポリエチレン樹脂中の流速の分布が、流路の中心軸からの距離によって異なっており、流路の壁面の近くを流れる異物は速度が遅く、走査線の高さH内に留まる時間が長いので、異物の流れ方向の大きさは実際よりも拡大されて表示されることになるからである。また、流路の中心付近を流れる異物は、流れ方向の大きさが小さく表示されることになる。このことから、異物Aの流れ方向の真の大きさを知るためには、ポリエチレン樹脂中の横断面内における異物Aの流速から補正係数を算定して、この補正係数に基づき異物Aの流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ を補正しなければならないことがわかる。なお、下流側のラインセンサカメラ4による走査も上流側のラインセンサカメラ3と同様なのは言うまでもない。

【0031】また、異物Aの流速は、上流側のラインセンサカメラ3によるコマ (時刻 $t = t_1$ ) における画面上の異物Aの画像位置と、下流側のラインセンサカメラ4によるコマ (時刻 $t = t_2 + \Delta T \text{ ms}$ ) における画面上の異物Aの画像位置との時間差を求め、このコマの時間差 $\Delta T \text{ ms}$ でその間の移動距離 $D \text{ mm}$ を除算することにより異物Aの流速を求めることができる。

【0032】また、透明リング2内を異物が同時に2個通過する場合でも、直交方向から撮像することによって



それらが2個であること、およびそれらのX方向とY方向の大きさをそれぞれ識別することができる。図3はそのパターンと、モニタ画面a、b上の異物像を示すもので、No. 1は流路の中央に球状の異物Aがあり、Y軸上の壁面近くにもう1個の球状の異物B（この異物は壁面近くにあるため、モニター画面上には、長さ方向に拡大され、長丸状に写る。）があるパターンを示している。No. 2は流路の中央とX軸上の壁面近くに球状の異物A、Bがあるパターンを示しており、また、No. 3はY軸およびX軸上の壁面近くに球状の異物A、Bがあるパターンを示している。このように、透明リング2内を異物が同時に2個通過する場合でも、それらの個数と大きさを識別することができ、また一般的には3個以上の場合でもそれらを識別することができる。

【0033】なお、複数の異物が透明リング2内を同時に通過するような場合、上流側のラインセンサカメラ3によって最初に検出された異物が流速が遅いため、下流側のラインセンサカメラ4を通過する際に、流速の速い他の異物よりも後に検出されることも考えられるが、これは異物の大きさによって異物を判別するシステムを付加することによって解決することができる。

【0034】このようにして得た補正係数に基づき異物Aの流れ方向の大きさを示す異物データ $d_1$ を補正することにより、異物Aの流れ方向の真の大きさを知ることができる。この異物Aの流れ方向の真の大きさを示す異物補正データ $d_1'$ は出力装置6（図1（a））に出力され、この出力結果を印字して出力すると共に、予め設定された一定値以上の大きさ（例えば、識別レベルが数 $10\mu\text{m}$ の場合に、 $100\mu\text{m}$ 以上の場合）または個数の異物が検出された時は、警報を出力し、作業員に対して策を採るように注意を促す。

【0035】なお、本実施の一形態においては透明流体として、CVケーブルのケーブル絶縁層やその接続に使用されるポリエチレン樹脂中の異物検出に本発明の異物検出装置を適用させていたが、これに限らず、ポリエチレン樹脂以外の各種の透明溶融樹脂材料、あるいは絶縁\*

\*油や食用油など異物の混在を嫌う各種の透明物体の検査に広く適用することもできる。また、透明流体は気体であっても本発明の異物検出装置の適用が可能であることは勿論である。

#### 【0036】

【発明の効果】以上、発明の実施の形態において説明したように、本発明の透明流体中の異物検出装置によれば、省スペース化させることができ、而も異物の有無と、その大きさを正確に検出することができる。また、ラインセンサカメラを使用しているので、透明流体の流れ方向に対して直交した方向の検出精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の透明流体中の異物検出装置の実施の一形態を示す図で、（a）は説明図、（b）は（a）の横断面図。

【図2】本発明の透明流体中の異物検出装置に使用されるラインセンサカメラの走査線と異物との位置関係を示す図で、（a）および（c）はラインセンサカメラの走査線内に異物がない状態の図、（b）はラインセンサカメラの走査線内に異物がある状態の図。

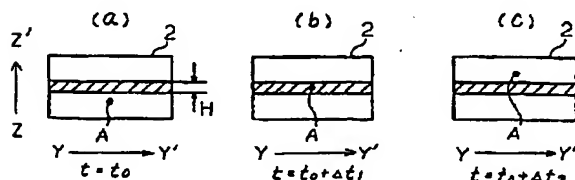
【図3】本発明の透明流体中の異物検出装置において、2個の異物が通過する場合の3つのパターンとそれぞれのパターンにおけるモニタ画面a、b上の異物像を例示する説明図。

【図4】流体の流路内半径方向位置と流速との関係を示すグラフ。

#### 【符号の説明】

- 2 透明リング（透明流路）
- 3、4 ラインセンサカメラ
- 5 画像処理部
- 12 画像処理回路
- 13 補正回路
- $d_1$ 、 $d_2$  ビデオ信号
- $d$  異物データ

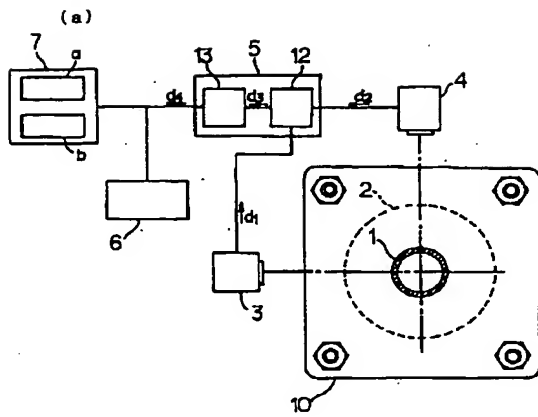
【図2】



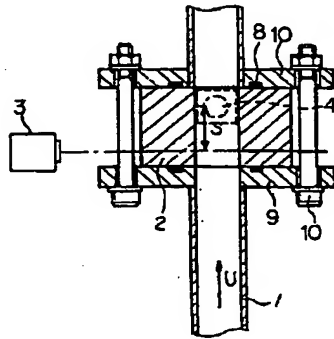
【図3】

No.	パターン	モニタ画面a y-y'に撮影	モニタ画面b x-x'に撮影
1	中央&Yに接近2個		
2	中央&Xに接近2個		
3	Y&Xに接近2個		

【図1】

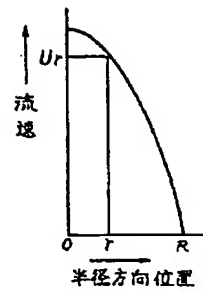


(b)



【図4】

(a)



(b)

